

## FeRAM 向け (Al,Sc)N 膜における強誘電特性の膜厚依存性評価 Evaluation of thickness dependence on ferroelectricity in (Al,Sc)N-based FeRAM

キヤノンアネルバ<sup>1</sup>, 東工大<sup>2</sup>

○道古 宗俊<sup>1</sup>, 松井 尚子<sup>1</sup>, 入澤 寿和<sup>1</sup>, 恒川 孝二<sup>1</sup>,  
Nana Sun<sup>2</sup>, 中村 美子<sup>2</sup>, 岡本 一輝<sup>2</sup>, 舟窪 浩<sup>2</sup>

Canon ANELVA Corp.<sup>1</sup>, Tokyo Tech.<sup>2</sup>

°Soshun Doko<sup>1</sup>, Naoko Matsui<sup>1</sup>, Toshikazu Irisawa<sup>1</sup>, Koji Tsunekawa<sup>1</sup>,  
Nana Sun<sup>2</sup>, Yoshiko Nakamura<sup>2</sup>, Kazuki Okamoto<sup>2</sup>, and Hiroshi Funakubo<sup>2</sup>

E-mail: doko.soshun@mail.canon

【緒言】ウルツ鉱構造を持つ (Al,Sc)N 膜は大きな残留分極値を持ち、優れた強誘電特性を示すことから、強誘電体メモリ (FeRAM) 向け材料として研究されている<sup>[1]</sup>。優れた強誘電特性を得るためには (Al,Sc)N 膜を結晶性良く成長させることが重要であり、Pt 下部電極を用いた (Al,Sc)N 膜において、 $100 \mu\text{C}/\text{cm}^2$  を超える残留分極値が報告されている<sup>[2]</sup>。FeRAM をロジック混載メモリプロセスに適用する際、電極及び強誘電体層からなるメモリ素子の膜厚が厚いと、ロジック部の via が深くなる等、従来のプロセスへの組み込みが困難となるが、これまで (Al,Sc)N 膜を用いた研究では、素子膜厚が 200 nm 以上の厚いサンプルでの報告例が多い。そのため、(Al,Sc)N 膜を FeRAM へ適用するには、下部電極を含めたメモリ素子全体の薄膜化が必須である。これまで我々は、(Al,Sc)N 膜に対する Pt 下部電極の膜厚依存性について評価を行い、膜厚 5 nm 以下の Pt 下部電極を用いた (Al,Sc)N においても、優れた強誘電特性が得られることを報告した<sup>[3]</sup>。今回、Pt 下部電極を 5 nm まで薄膜化した上で、(Al,Sc)N 膜の薄膜化に向けて結晶性と強誘電特性に対する膜厚依存性評価を行った。

【実験方法】300 mm wafer 対応のマグネトロンスパッタ装置 (Canon ANELVA, NC7940) を用い、100 nm の熱酸化膜付き 300 mm Si wafer 上に、Pt 下部電極を 5 nm 成膜した後、(Al,Sc)N 膜を 5-160 nm 成膜した。Pt 下部電極から (Al,Sc)N 層までは、全て真空一貫で成膜した。(Al,Sc)N 膜は Ar/N<sub>2</sub> 雰囲気中で 400°C の加熱成

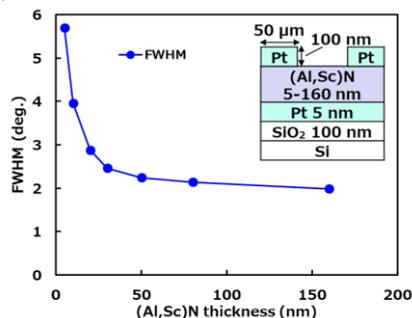


Fig. 1 FWHM obtained by (Al,Sc)N (002) rocking curves as a function of thickness.

膜を行った。結晶性の評価は XRD 解析、強誘電特性の評価は Positive-Up-Negative-Down (PUND) 測定を用いて行った。

【結果と考察】Fig. 1 に、XRD ロッキングカーブ測定によって得られた半値幅の膜厚依存性を示す。半値幅は、(Al,Sc)N 膜の膜厚が薄い方向より 30 nm までは急激に減少し、30 nm 以上ではほぼ一定の値となる。つまり、膜厚 5 nm の Pt 上に成膜した (Al,Sc)N 膜において、30 nm 以上の膜厚で c 軸配向性を維持できる。Fig. 2 に、PUND 測定によって得られた各 (Al,Sc)N 膜厚における、電界印加時間に対する分極反転電流値を示す。(Al,Sc)N 膜厚 5 nm では分極反転電流は得られないが、30 nm 以上の膜厚では分極反転電流が得られている。これらの結果より、(Al,Sc)N 膜の強誘電特性はその c 軸配向性による影響があると考えられる。今回の評価によって、膜厚 5 nm まで薄膜化した Pt 下部電極上に (Al,Sc)N 膜を成膜した場合、膜厚 30 nm まで薄膜化できることが示された。

【謝辞】この成果の一部は、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) の委託業務 (JPNP21009) の結果得られたものです。

### 【参考文献】

- [1] S. Fichtner *et al.*, *J. Appl. Phys.* 125, 114103 (2019).
- [2] S. Yasuoka *et al.*, *Phys. Status Solidi A*, 218, 2100302 (2021).
- [3] 道古 宗俊 他, 第 71 回応用物理学会春季学術講演会, 24a-12H-2 (2024).

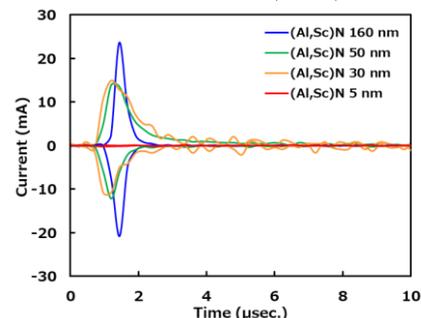


Fig. 2 Switching current as a function of electric field application time at various (Al,Sc)N thickness obtained by PUND measurements.